

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01B 7/04 (2006.01)

B61C 9/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02155916.3

[45] 授权公告日 2006 年 1 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1236275C

[22] 申请日 2002.12.11 [21] 申请号 02155916.3

[30] 优先权

[32] 2001.12.28 [33] DE [31] 10164580.5

[71] 专利权人 ESW - 艾克斯特系统韦德尔设备公司

地址 联邦德国韦德尔

[72] 发明人 格奥尔格·舒尔茨

赫尔穆斯·舒尔茨

审查员 杨 叁

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 张兆东

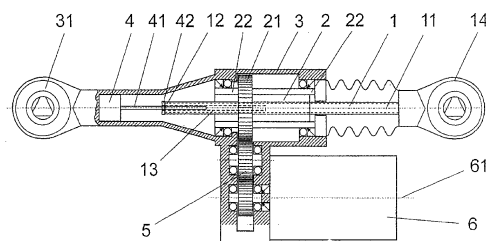
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 5 页

[54] 发明名称

检测机电式直线传动装置实时长度的装置

[57] 摘要

本发明涉及一种检测机电式直线传动装置实时长度，尤其检测主轴传动装置主轴相对位置的装置。本发明的目的是找到一种检测机电式直线传动装置实时长度的新型可能性，它能可靠地检测直线传动装置的长度变化，与此同时对于小的状态改变没有控制和调整直线传动装置的不灵敏度。按本发明为达到此目的，在一个包括具有直线运动的主轴(1)和承力的、齿轮传动的、用于产生主轴(1)直线运动的主轴螺母(2)的机电式直线传动装置中，存在一个用于产生一个与主轴移动成比例的测量值的线性传感器(4)，线性传感器(4)在轴向朝主轴(1)的方向相对于外壳固定地装在直线传动装置内，所以可以确定主轴(1)无负荷端(12)相对于线性传感器(4)位置改变的长度尺寸。



1. 检测机电式直线传动装置调整状态的装置，其中，直线传动装置包括一个具有直线运动的主轴和承力的、齿轮传动的、用于产生主轴直线运动的主轴螺母的主轴传动装置，并且存在一个传感器组件，用于产生一个与主轴移动成比例的测量值，其特征为：

- 传感器组件是一个线性传感器（4），它在轴向朝主轴（1）的方向相对于外壳固定地装在直线传动装置内，所以可以确定主轴（1）的一个无负荷端（12）相对于线性传感器（4）的相对位置改变的长度尺寸，

- 线性传感器（4）具有一根相对于外壳固定的在轴向朝主轴（1）方向定向且其长度至少为直线传动装置的最大行程长度的测量杆（41）以及一个在主轴（1）的无负荷端（12）上的位置传感器（42）；以及，

- 在主轴（1）内从无负荷端（12）朝主轴螺母（2）的方向有一个用于插入测量杆（41）的中心孔（13），孔（13）的深度至少等于直线传动装置的最大行程长度，所以线性传感器（4）基于测量杆（41）在孔（13）内不同的插入长度输出一个长度当量信号。

2. 按照权利要求 1 所述的装置，其特征为：位置传感器（42）是在主轴（1）的无负荷端（12）上的一个永磁性环（421）。

3. 按照权利要求 2 所述的装置，其特征为：测量杆（41）在一不能磁化的导管（43）内具有按规则排列成行的磁场传感器（411），其中，根据位于位置传感器（42）附近的磁场传感器（411）的电阻的变化可以确定主轴（1）的绝对位置。

4. 按照权利要求 2 所述的装置，其特征为：测量杆（41）具有一根不能磁化的导管（43）和一根在此导管内沿轴向拉紧的用磁致伸缩的材料制的丝（412），其中，由于电流脉冲在丝（412）内周期性地存在一个对于永磁性的环（421）不同的磁场，此磁场通过丝（412）内的磁致伸缩发出声波，以及，在声波的传播时间测量过程中可确定主轴（1）的绝对位置。

5. 按照权利要求 3 或 4 所述的装置，其特征为：导管（43）用铝制造。

6. 按照权利要求 3 或 4 所述的装置，其特征为：导管（43）用 V2A 钢制造。

7. 按照权利要求 1 所述的装置，其特征为：位置传感器（42）是形式上为至少一段圆环的电容性耦合电极（422）。

8. 按照权利要求 7 所述的装置，其特征为：测量杆（41）在一根非金属的导管（43）内有一电阻条（413）和一集电条（414），其中，耦合电极（422）规定用于电容性产生一个从电阻条（413）到集电条（414）的电流，由于电流的位置相关性，所以借助电流可确定主轴（1）的绝对位置。

9. 按照权利要求 1 所述的装置，其特征为：位置传感器（42）是一个装入主轴（1）无负荷端（12）的孔（13）内的金属的非磁性的套筒（423），套筒（423）有主轴（1）最大移动路径的长度。

10. 按照权利要求 9 所述的装置，其特征为：测量杆（41）包含一个两部分组成的线圈，其中，线圈的第一个部分（415）插入金属套筒（423）内，以及第二部分（416）作为基准始终存在于套筒（423）外部，以及整个线圈（415、416）是一个通过两个电容补充完全的桥式电路的一部分，桥式电路的电桥信号取决于线圈第一部分（415）在套管（423）内的插入深度。

11. 按照权利要求 1 所述的装置，其特征为：线性传感器（4）在直线传动装置的位置固定的铰接头（31）前组合在主轴外壳（3）内。

12. 按照权利要求 1 所述的装置，其特征为：线性传感器（4）从外部通过直线传动装置的主轴外壳（3）的一个自由端（32）上的一个孔插入和可事后更换。

检测机电式直线传动装置实时长度的装置

技术领域

本发明涉及一种检测机电式直线传动装置实时长度，尤其检测一个主轴传动装置的主轴的相对位置的装置。本发明优选地应用于铁路机车车辆的直线倾斜传动装置中用于控制实时调整状态。

背景技术

在先有技术中当前已知两种彼此等效的检测机电式传动主轴的直线传动装置调整状态的方案，借助直线传动装置使铁路机车车辆的车体绕纵轴线倾斜。

一方面借助装在电动机内的绝对值编码器，它计算电动机轴的转动增量（Curtiss Wright Antriebstechnik 有限公司说明书“Railway Tilting Technology”，Neuhaus（瑞士），2000年1月，第11页），对于直线传动装置主轴螺母的直线位置改变检测等效部件。另一方面 M. Seemann（在 Elektr. Bahnen Ausgabe 9/2000 中）介绍了一种非常类似的方法，其中例如一个有测量传动装置的分解器装在中间传动装置的进口小齿轮上，它同样间接地，亦即在电动机附近告知转速地记录直线传动装置的长度变化。

已知的这些方案的缺点是，检测的不是直接作为主轴位置移动的传动装置运动，所以从未检测到实际的主轴位置，并因而没有以足够可靠度地检测直线传动装置的实际调整状态，亦即在铁路机车车辆的情况下为车体的斜度。后者在下列情况下可能是非常关键的，即，如此设计的斜度传感器提供的作为调整后的斜度，实际上并不是执行的斜度，因为电动机主动小齿轮或者主轴螺母的中间传动装置的零件受到某种方式的干扰或损坏，并因而车体倾斜本应高效能地利用于更快速地通过多弯道的铁路区段，然而错误地倾斜导致乘客不安全。

发明内容

本发明的目的是找到一种检测机电式直线传动装置实时长度的新型可能性，它能可靠地检测直线传动装置的真实长度变化，与此同时对于状态的小改变，不会使直线传动装置的控制和调整变得不灵敏。

按本发明，在一种用于检测机电式直线传动装置调整状态的装置中，其中直线传动装置包括一个具有直线运动的主轴和承力的、齿轮传动的、用于产生主轴直线运动的主轴螺母的主轴传动装置，并存在一个传感器组件，用于产生一个与主轴移动成比例的测量值，为达到上述目的采取的措施是，令传感器组件是一个线性传感器，它在轴向朝主轴的方向相对于外壳固定地装在直线传动装置内，所以可以确定主轴的一个无负荷端相对于线性传感器的相对位置改变的长度尺寸。

有利地此线性传感器具有一根相对于外壳固定的在轴向朝主轴方向定向且其长度至少为直线传动装置最大行程长度的测量杆以及一个固定在主轴的无负荷端上的位置传感器；以及，在主轴内从无负荷端朝主轴螺母的方向有一个用于插入测量杆的中心孔，孔的深度至少等于直线传动装置的最大行程长度，所以线性传感器基于测量杆在孔内不同的插入长度输出一个长度当量信号。

对于两种有利的设计方案，位置传感器恰当地是一个永磁性环，它与测量杆的磁性元件进行磁的相互作用。

在第一种方案中，测量杆在一不能磁化的导管内有按规则排列成行的磁场传感器（例如霍尔传感器），其中，根据位于位置传感器附近的磁场传感器电阻的变化可以确定主轴的绝对位置。

在第二种方案中，测量杆由一根不能磁化的导管和一根在此导管内沿轴向拉紧的用磁致伸缩的材料制的丝构成，其中，由于电流脉冲在丝内周期性地存在一个对永磁性的位置传感器不同的磁场，此磁场通过丝内的磁致伸缩发出声波，以及，在声波的传播时间测量过程中可确定主轴的绝对位置。

导管恰当地用任意一种耐磨材料制造，优选地用铝或 V2A 钢制造。

按线性传感器的另一种方案，位置传感器是一耦合电极，它规定用于与测量杆的导体条电容耦合。

在这种情况下，测量杆在一根非金属的导管内有一电阻条和一集电条，其中，耦合电极作为位置传感器规定用于电容性产生一个从电阻条到集电条的位移电流，由于位移电流的位置相关性，所以借助它可确定主轴的绝对位置。

线性传感器可与其具体实施形式无关地在主轴轴线的延长线内或直接在直线传动装置铰接头前组合在主轴外壳中，或如果铰接头或连接轴颈允许安装在直线传动装置的位置固定的部分上，则线性传感器可从外面沿主轴轴线置入主轴外壳的自由端，也就是能更容易接近和便于更换。

本发明基于下列基本考虑：记录的驱动电机转速增量作为用于具有主轴传动装置的直线传动装置外伸长度的度量尽管可以任意精确地调整，但是在失去零位调整时（例如在电压中断或重新启动时），绝对的测量是不可能的。此外，在必须存在中间传动装置的情况下，任何干扰（间隙或断裂）在保证测量结果的精度和可靠性方面均会造成危害。

采用本发明可以在有关直线传动装置精度和空间需求方面没有严重缺点的情况下，实现在直线运动的主轴上直接测量，为此在主轴的无负荷端安装一个位置传感器，它非接触式地局部影响插入主轴内的设计为杆状的测量装置，所以通过此测量装置可以得到在无负荷主轴端与相对于外壳固定的测量装置之间的相对位置的绝对值。在这方面的测量原理是多种多样的，其中位置传感器通过磁或电容的场耦合，影响（标记）位置传感器沿测量杆纵向的位置。测量杆经如此影响后的位置接着可通过声波的传播时间测量、电桥电阻等转变为与位置有关的电信号，随后作为绝对的行程长度加以评估，即使在中断测量时，此绝对的行程长度也能立即重新提供直

线传动装置的实际位置（主轴位置）。

按本发明的装置允许可靠地测量机电式直线传动装置的实时调整状态，亦即真实的外伸长度，作为绝对值，与此同时对于状态小的改变，直线传动装置的控制和调整没有变得不灵敏。此外，本发明满足直线传动装置限制体积的要求，以及还允许在保持传统的传感器技术的情况下监控传动装置构件的工作能力。

附图说明

下面可借助实施例进一步说明本发明。附图表示：

图 1 按本发明的具有线性传感器的直线传动装置的视图；

图 2 借助磁阻原理的线性传感器设计方案；

图 3 借助磁致伸缩原理的线性传感器的实施形式，其中，线性传感器能便于更换地从外面装入；

图 4 借助电容式电位器原理的线性传感器设计；以及

图 5 借助电感原理的线性传感器设计。

具体实施方式

在图 1 表示的机电式直线传动装置中，按本发明的装置包括一根具有主轴螺母 2 的主轴 1、一个围绕主轴 1 的外壳 3 和一个线性传感器 4，线性传感器包括一根沿主轴轴线 11 的方向定位的测量杆 41 以及一个固定在主轴 1 上的位置传感器 42。

座落在主轴 1 上的用于获得大的调整力以及按小间隙的工作方式优选地设计为行星轮传动装置的主轴螺母 2 承力地在一根转子轴 22 内导引。转子轴 22 将主轴螺母 2 与一个外齿 21 统一在一起，外齿 21 通过一个中间传动装置 5 与电动机 6 的驱动轴 61 连接。电动机 6 的扭矩借助中间传动装置 5 通过外齿 21 传递给主轴螺母 2。因此，直线传动装置将电动机 6 驱动轴 61 的旋转运动，通过随转子轴 22 旋转的主轴螺母 2 的转动，转变为主轴 1 的直线运动。由此直线传动装置改变其长度，因为主轴 1 相对于外壳 3 伸出或回缩。回缩和伸出状态表现为在一个刚性地固定在外壳 3 上的铰接头 31 与一个在主轴 1 承载端 15 上的一个相对于外壳 3 直线运动的铰

链 14 之间的最大距离改变。

图 1 和随后的图中表示的直线传动装置，在不限普遍性的情况下设计用于具有主动倾斜技术的铁路机车车辆。在这里通过旋转电动机 6 的驱动轴 61 使主轴螺母 2 处于旋转运动状态，并直线移动主轴 1，以便使车体绕其纵轴线相对于铁路机车车辆的转向架转动，亦即使车体倾斜。直线传动装置通过其铰接头 31 支承在转向架上以及借助主轴 1 通过主轴的铰链 14 支承在悬挂在摇枕内的车体上，所以直线传动装置的长度变化促使车体作倾斜运动。尤其在这一使用领域中，直线传动装置外伸长度非常准确地控制、调整和监测是必要的，以便在曲线上行驶时在列车运行速度与车体斜度之间彼此协调。

为保证直线传动装置主轴 1 位置的持续、直接、绝对的检测，将线性传感器 4 直接安排在主轴 1 的轴线 11 上，并以其重要的部分，即测量电子装置和测量杆 41，与围绕主轴 1 的外壳 3 刚性连接。主轴 1 位置的测量在这里这样进行，即，在主轴 1 无负荷端 12 上固定线性传感器 4 的位置传感器 42，它非接触式地与位置有关地影响存在于测量杆 41 内的与位置有关的测量装置，其中，测量杆 41 平行于主轴轴线 11 定位。

在图 1 中表示的测量杆 41 与主轴 1 同心地定位是最有利的结构形式。为实现这一点，在主轴 1 无负荷端 12 内加工一个用于安装测量杆 41 的孔 13，测量杆 41 相应于主轴 1 的轴向移动沿主轴轴线 11 插入到孔 13 内。在这里，孔 13 的深度和测量杆 41 的长度按这样的方式设计和互相协调，即，一方面在主轴 1 最大回缩时测量杆 41 可无阻碍地插入孔 13 中，另一方面在主轴 1 最大外伸时测量杆 41 仍能与位置传感器 42 进行充分的相互作用。

由线性传感器 4 根据主轴 1 的实时位置（亦即根据测量杆 41 在孔 13 内当时的插入深度）输出的信号，可作为实际值用于直线传动装置的位置调整、用于监控调整状态（例如车体斜度）以及用于诊断中间传动装置 5 中或在主轴螺母 2 上的缺陷。

借助于在电动机 6 内或上的增量式测量值记录器(如上面已说明的作为迄今的先有技术那样),可实施电动机 6 和主轴 1 相对于线性传感器 4 的位置测量值持续的比较,从而以此方式可附加地确定在中间传动装置 5 和在主轴螺母 2 内传动间隙的变化,或也能可靠地(“在线”)识别电动机 6 与主轴 1 之间的齿轮和轴的破裂。一个所谓的分解器相对于电动机轴 61 绝对地工作 360° 。有关主轴 1,它借助一适用的软件增量地利用于作为多路旋转传感器(multi-turn control)。

按第一种实施形式,图 2 表示了一种直线传动装置,其中线性传感器 4 安装在外壳 3 的内腔。当在主轴轴线 11 的延长线内在外壳 3 上安装铰接头 31(作为处于主轴 1 上的第二个铰链 14 的对应件)时,总是提供这种安装方式。

线性传感器 4 可按完全不同的方式设计用于完成测量任务,为此在测量杆 41 内设不同的与位置有关的线性测量装置,以及在主轴 1 的无负荷端 12 设恰当的位置传感器 42。在图 2 至 5 中公开了以不同的测量原理为基础的线性传感器 4 的设计,这些测量原理的工作方式是已知的,因此下面只详细说明有关对测量有效的结构方面的观点。

磁阻式线性传感器

图 2 中表示的线性传感器 4 的类型以磁阻原理为基础。在这里,线性传感器 4 按磁性材料中磁阻效应的原理工作。位置传感器 42 在本例中是一个永磁性的环 421。测量杆 41 在一根不能磁化的导管 43 内有按规则排列成行的磁场传感器 411,在这里根据位于位置传感器 42 附近的磁场传感器电阻的改变,可以确定主轴的绝对位置。导管 43 用一种非磁性的材料制造,例如用铝或用 V2A 钢,并插入加工在主轴 1 无负荷端 12 的孔 13 内。

从磁环 421 出发的磁场作用在直线状排列在线性传感器 4 测量杆 41 内的一行磁场传感器 411 上,并在位于磁环 421 附近的磁场传感器 411 中通过载流子偏转导致改变电阻。由此效应(霍耳效应)

可以确定用作位置传感器 42 的永磁性环 421 的位置，并因而可以确定主轴 1 相对于线性传感器 4 的与外壳固定的测量杆 41 的位置。即使在无电压的状态，主轴 1 也能机械地伸缩，并在电源电压重接时提供主轴 1 的实时位置重新作为绝对测量值供使用，无需再次比较或校准测量。

磁致伸缩线性传感器

图 3 中表示了借助磁致伸缩的传感器原理实现的直线传动装置。线性传感器 4 磁致伸缩地按在磁致伸缩性波导的两个点之间的传播时间测量（超声波）的原理工作。超声波传播时间是与行程成比例的。

如在第一个例子中那样，直线运动的主轴 1 制有中心孔 13（与直线传动装置的行程相对应）。在主轴 1 的无负荷端 12（并因而在孔 13 的起点处）仍安装一个形式上为永磁性环 421 的位置传感器 42。具有测量杆 41 的线性传感器 4 沿主轴轴线 11 相对于外壳固定地装在主轴 1 外壳 3 内。因此线性传感器 4 的测量杆 41 以其如已在前面的例子中说明的有与直线传动装置的行程相适应的长度的导管 43 伸入孔 13 内。在此线性传感器 4 的实施方案中，在导管 43 内部沿轴向张紧一根磁致伸缩的丝 412，通过它发出高频的电流脉冲。

通过用作位置传感器 42 的磁环 421，在磁致伸缩性丝 412 的被环 421 影响的范围内，每当发出一个电流脉冲时两个不同定向的磁场彼此相对，并在丝 412 内造成磁致伸缩。由此产生的超声波信号从测量地点沿两个方向传播。通过线性传感器 4 内声学的测量值记录器检测此超声波信号并转换成电脉冲。从发出电流脉冲直到接收扭转脉冲之间的时间差被线性传感器 4 变换成行程信息，并将它用作绝对测量值。在这种情况下主轴 1 同样可以在无电压状态机械地伸缩，并在电源电压重接时在无需再校准的情况下重新存在一个对于主轴 1 实时位置的绝对值。

为了直接检测直线传动装置主轴 1 的绝对位置，图 3 中尤其对

于铁路机车车辆的倾斜技术表示了一种与前面的附图不同的维修特别方便地将线性传感器 4 装入直线传动装置中的方案。在按图 3 的这种实施方案中,外壳 3 的自由端 32 允许从外面装入(和更换)线性传感器 4。为此的前提条件是,为了支承外壳 3,作为与主轴 1 承载端的对应段,在外壳 3 上设处于相对位置的侧面轴颈 33,用于安装在图中未表示的回转轴承内,从而在此形式中取消了在前面已说明的附图中表示的铰接头 31。按照这种规定,能便于更换线性传感器 4 的设计也可以使用于所有前面已说明的和随后的实例中,而与所应用的线性传感器原理的类型无关。

PSP 线性传感器

图 4 表示本发明的第三种实施例,其中,线性传感器 4 按电位探头—电位计(PSP)原理设计。工作原理是一种电位计的工作原理,其中,位移电流电容式地亦即非接触式地被一普通的电阻条输出耦合。

测量杆 41 的直径和长度如在前面的几个例子中那样相应于主轴 1 的孔 13(仍适应于直线传动装置的行程)设计。

在本例中,位置传感器 42 是形式上为至少一段圆环的电容式耦合电极 422,圆环的尺寸这样大,即,它扣压在一个在圆环内部沿主轴轴线 11 延伸的电阻条 413 以及一个与电阻条 413 平行的集电条 414 上。高欧姆的电阻条 413 和低欧姆的集电条 414 组合在测量杆 41 内,它们处于测量杆 41 的导管 43 内(或表面下陷地在导管 43 上),并伸入主轴 1 的孔 13 中,其中,耦合电极 422 在主轴 1 的无负荷端 12 扣压着这两个条 413 和 414,并保证电阻条 413 与集电条 414 之间取决于位置的耦合。在这里,借助耦合电极 422 电容式非接触式地将位移电流从电阻条 413 传输到集电条 414。若相应地控制交变电压作为电位计电压(例如通过所谓的总调),则位移电流是耦合电极 422 的位置并因而是主轴 1 的位置相对于测量杆 41 的充分的线性函数。因此在线性传感器 4 无电压状态下的主轴 1 的机械移动,在电源电压每次重接后总是重新导致主轴 1 的一个绝

对的位置数据。

电感式线性传感器

图 5 所示的线性传感器 4 按非接触式电感的原理工作。此测量装置由一电感的半桥组成，半桥通过两个电容补充成全桥（图中未表示）。这两个装在线性传感器 4 的测量杆 41 内的电感设计得完全不同。第一个电感由少量宽松的圈组成的测量线圈 415 构成，并充填了测量杆 41 的绝大部分空间，这一部分规定插入主轴 1 内。第二个电感，亦即基准线圈 416，紧紧卷绕地处于测量杆 41 的剩余部分中，这一部分永不插入主轴 1 内。

如同前面已说明的例子中那样，主轴 1 制有一个与直线传动装置的最大行程相应的中心孔 13。在此孔 13 内固定了用非磁性金属制的套筒 423 作为位置传感器 42。

若现在与主轴 1 连接在一起运动的非磁性材料制的套筒 423 在测量线圈 415 上面移动，则取决于测量线圈 415 在套筒 423 内的有效插入长度使桥电路失调。在这种情况下电桥信号与测量线圈 415 的通过套筒 423 达到的覆盖程度成比例，并因而与主轴 1 相对于线性传感器 4 的测量杆 41 的位置成比例。

由此非接触式的电感效应，可以确定位置传感器 42 并因而确定主轴 1 的绝对位置，即使是在无电压状态下主轴运动时，这种确定绝对位置的方式也能在电源电压重接后可靠地提供主轴 1 的实时位置。

也还可以有另一些不脱离本发明范围的按本发明的设计方案。在上面说明的那些举例中从非接触式的线性传感器出发，这些线性传感器包括插入直线传动装置主轴 1 内的测量杆和在主轴 1 无负荷端 12 的位置传感器 42。但借助插入测量圆筒内的主轴或借助无负荷端 12 沿测量杆 41 走过的原理也属于本发明。尤其是一些没有强调提及的任何非接触式的传感器原理，显然同样也应理解为在按本发明的教导的范围内，只要它们能组合在基本上直线延伸的测量杆内，在此无需附加发明。

数字标记一览表

- 1 主轴
 - 11 主轴轴线
 - 12 无负荷端
 - 13 孔
 - 14 铰链

- 2 主轴螺母
 - 21 外齿
 - 22 转子轴

- 3 (主轴)外壳
 - 31 铰接头
 - 32 自由端
 - 33 轴颈

- 4 线性传感器
 - 41 测量杆
 - 411 磁场传感器
 - 412 丝
 - 413 电阻条
 - 414 集电条
 - 415 测量线圈
 - 416 基准线圈
 - 42 位置传感器
 - 421 (永)磁环
 - 422 耦合电极
 - 423 套筒

43 导管

5 中间传动装置

6 电动机

61 驱动轴

图1

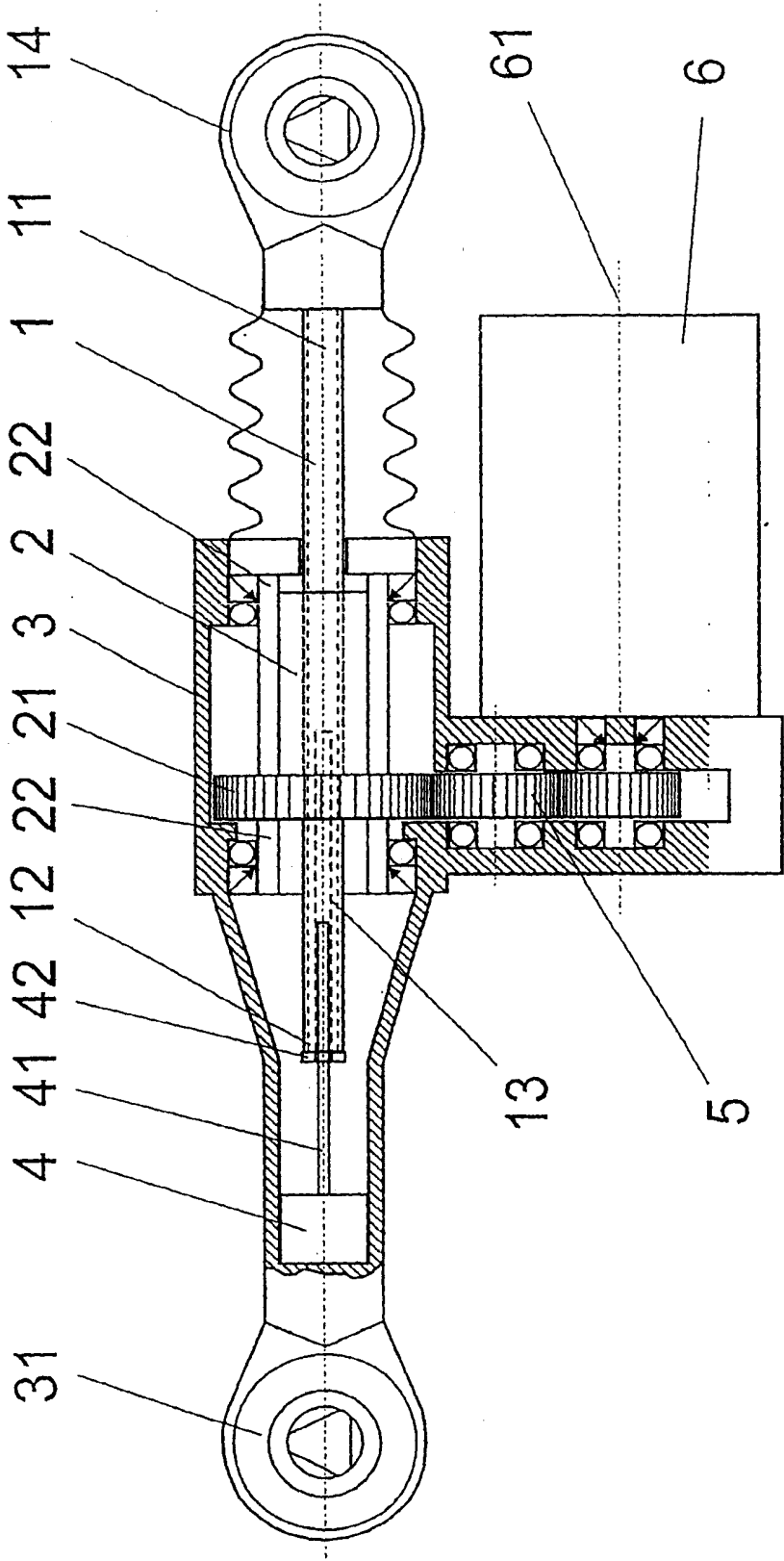
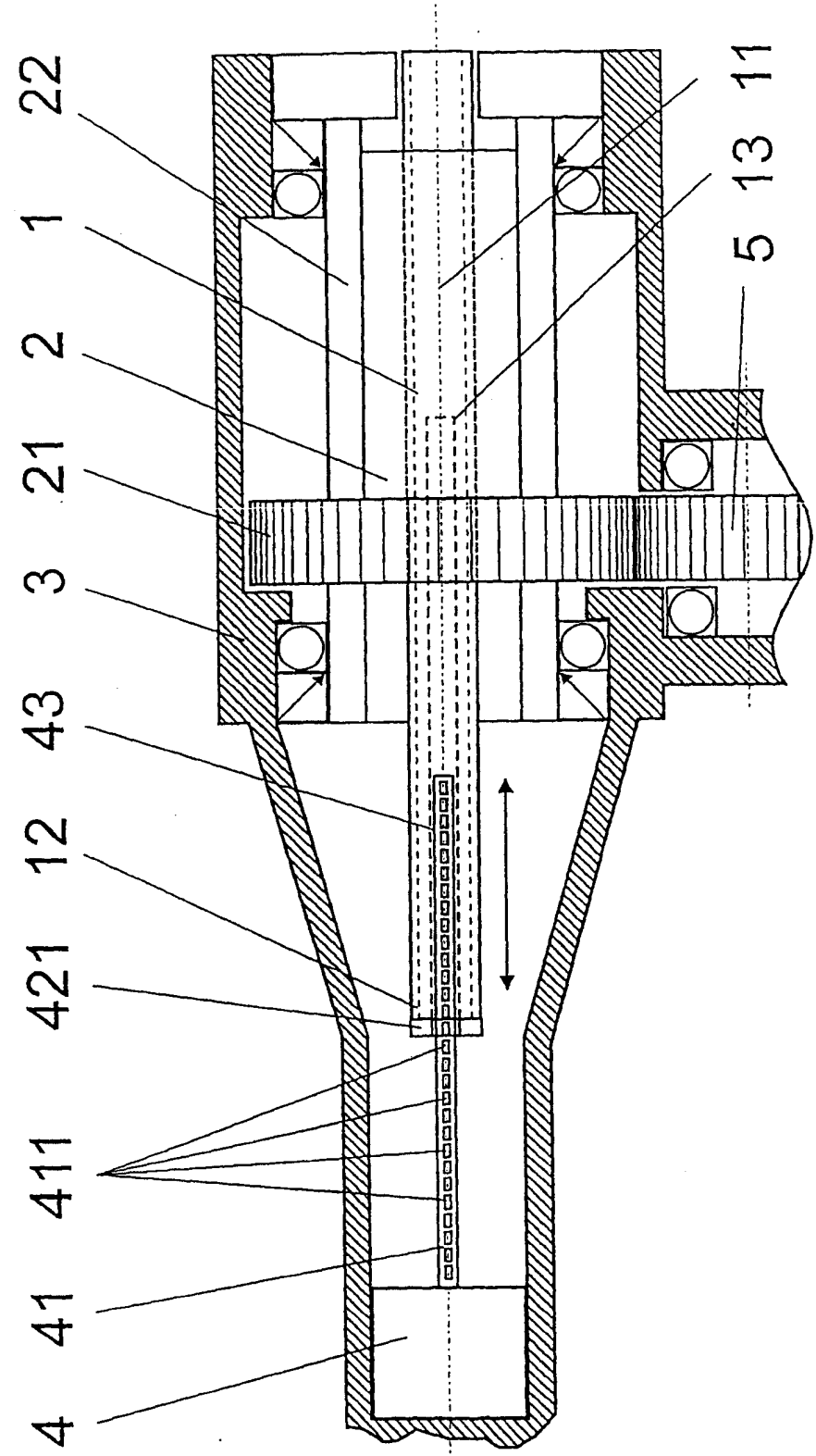


图2



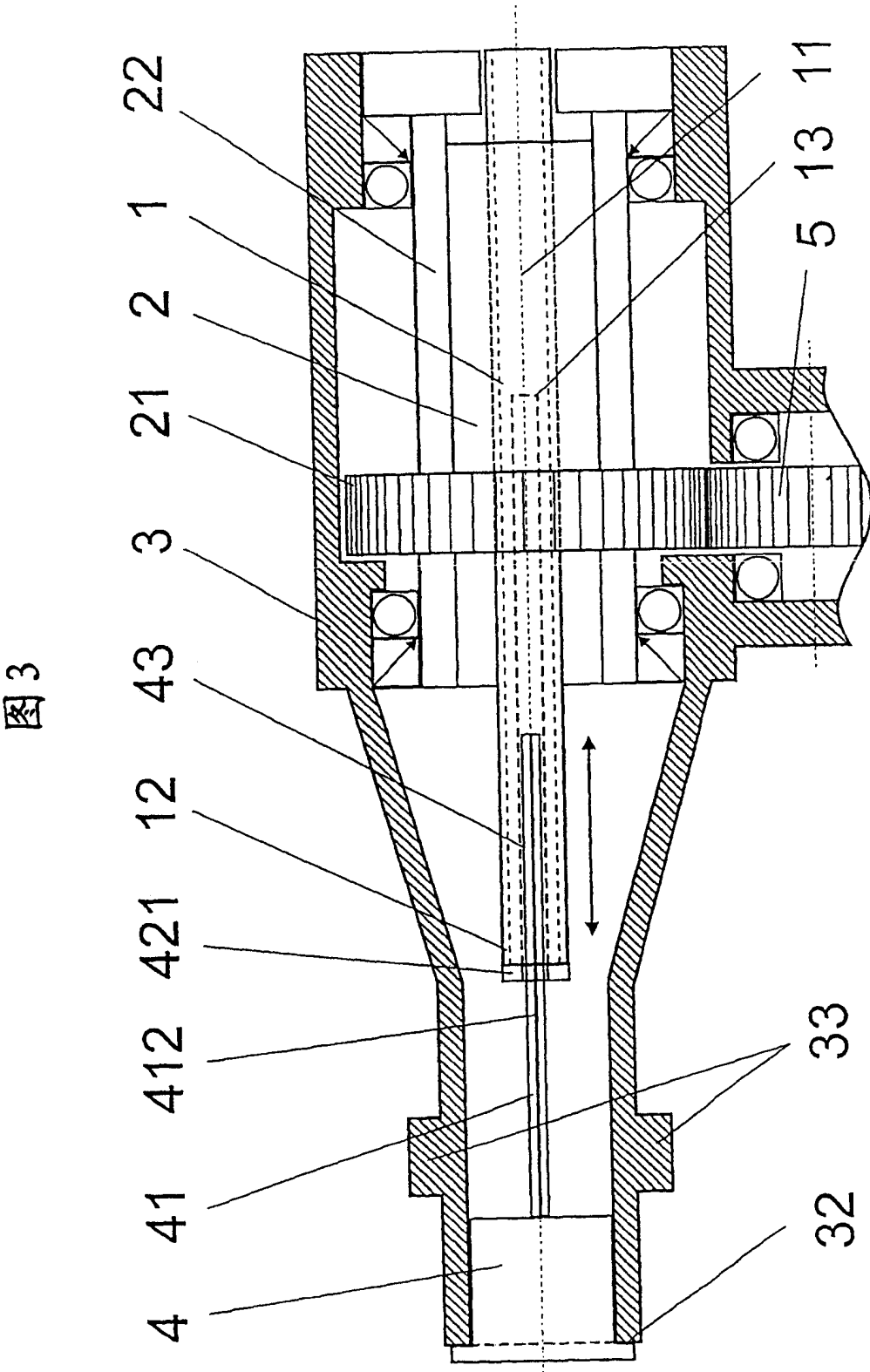


图4

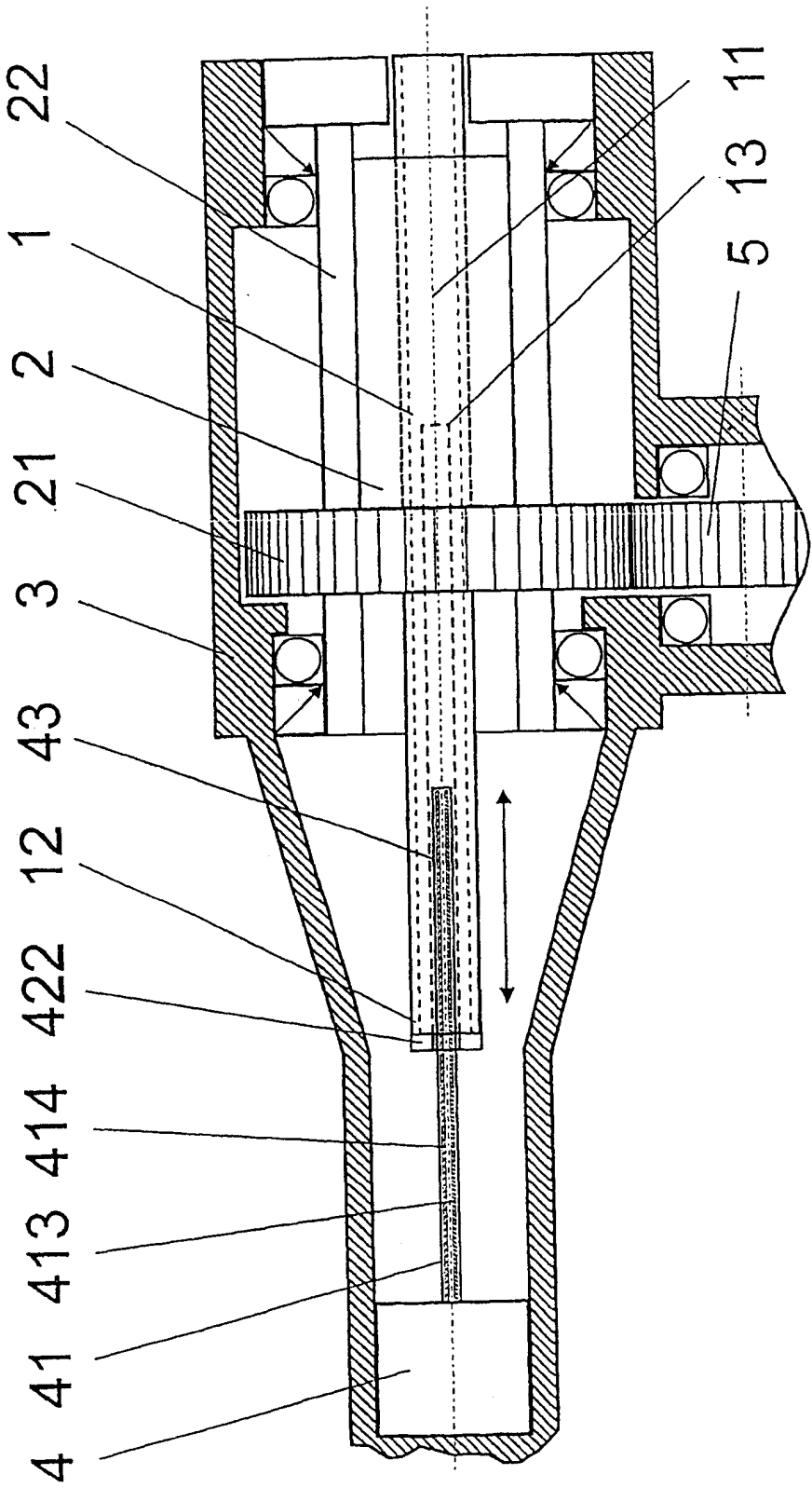


图5

